

PROJET VILLE PERMÉABLE

L'impact du changement climatique sur la
gestion des eaux pluviales



Rapport thématique

Septembre 2017

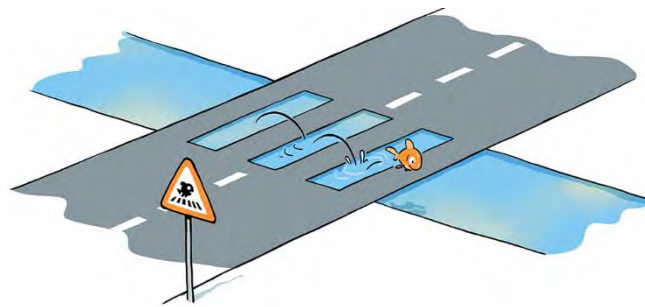
Sommaire

1.	PREAMBULE.....	4
1.1.	Contexte et objet de l'étude	4
1.2.	Des groupes de recherche actifs.....	5
2.	LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : CE QUE L'ON SAIT	6
2.1.	L'augmentation des températures	6
2.2.	Modification de la pluviométrie.....	9
3.	LES CONSEQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	11
3.1.	Diminution de la ressource en eau.....	11
3.2.	Augmentation du risque inondation.....	11
3.3.	Les îlots de chaleur urbains (ICU).....	12
3.3.1.	Généralités.....	12
3.3.2.	L'albédo : 1er facteur responsable des îlots de chaleur urbain.....	13
4.	COMMENT LA VILLE PERMEABLE S'ADAPTE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?	16
4.1.	Limiter les ruissellements.....	16
4.2.	Favoriser le retour de la Nature en Ville.....	16
4.2.1.	Le rôle de l'arbre dans l'amélioration du confort thermique en ville	17
4.2.2.	L'infiltration et la recharge des nappes	18
	CONCLUSION.....	19
	19

1. Préambule

1.1. Contexte et objet de l'étude

Sur le territoire de la Métropole de Lyon, les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales se multiplient depuis une vingtaine d'année. Ayant depuis longtemps dépassé le stade expérimental, elles contribuent à l'aménagement d'une ville attractive et résiliente. Afin d'amplifier leur mise en œuvre dans un cadre sécurisé, le projet Ville Perméable du Grand Lyon a pour vocation de promouvoir une culture commune dans les services de la Métropole en faveur de la « désimperméabilisation » des espaces urbains. Pour ce faire, le projet s'appuie sur une évaluation technico-économique des expériences passées très rigoureuse, des résultats de recherche validés, des éléments de maîtrise des coûts et des bénéfices annexes de ces techniques alternatives.



Dans un objectif de mutualisation des connaissances, le présent document réunit les différents résultats issus de la recherche concernant le changement climatique afin d'amener à une réflexion encourageant la mise en œuvre des techniques alternatives :

- Quel est le niveau de connaissance actuel vis-à-vis du réchauffement climatique ?
- Qu'en est-il des îlots de chaleur urbains ? De l'intensification des précipitations ?
- En quoi le projet Ville Perméable permet d'adapter la Ville à cette évolution ?

1.2. Des groupes de recherche actifs

En ce qui concerne le changement climatique, la thématique est au cœur des problématiques actuelles. Météo France s'efforce de prévoir les évolutions des précipitations et des températures à l'horizon 2100.

Sur le territoire de la Métropole, ce sont les phénomènes d'îlots de chaleur qui font le plus souvent l'objet de recherche. Le laboratoire d'excellence "Intelligence des Mondes Urbains" (IMU) a financé des premières actions de recherche autour de la mise en place d'un "observatoire local du climat" (projet EPOC en 2013-2014, étude sur les matériaux de Voirie avec le Grand Lyon en 2017). Pour l'analyse de l'évolution des pluies sur le territoire de la Métropole de Lyon, l'OTHU a publié en 2015 son étude intitulée CHRONOTHU portant sur les données relevées à Chassieu et Ecully.

2. Le changement climatique : ce que l'on sait

2.1. L'augmentation des températures

Depuis la révolution industrielle, l'émission des gaz à effet de serre liée aux activités anthropiques ne cesse d'augmenter. Les études menées par le Groupe Intergouvernemental du Climat (GIEC) ont montré une élévation des températures de surface de 0,85 °C entre 1880 et 2012, avec une forte augmentation sur ces 25 dernières années. A ce rythme, la température moyenne du globe terrestre sera supérieure de 0,3 à **4,8 °C par rapport à cette période d'observation d'ici 2080**. Sur le territoire de la Métropole, l'augmentation est plus forte : la station météo de Bron a enregistré une augmentation de 1.9°C depuis 1960 (source : Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique, ORECC). Il en résulte un risque sanitaire important, une dégradation de la biodiversité, la montée des océans et une intensification des événements extrêmes.

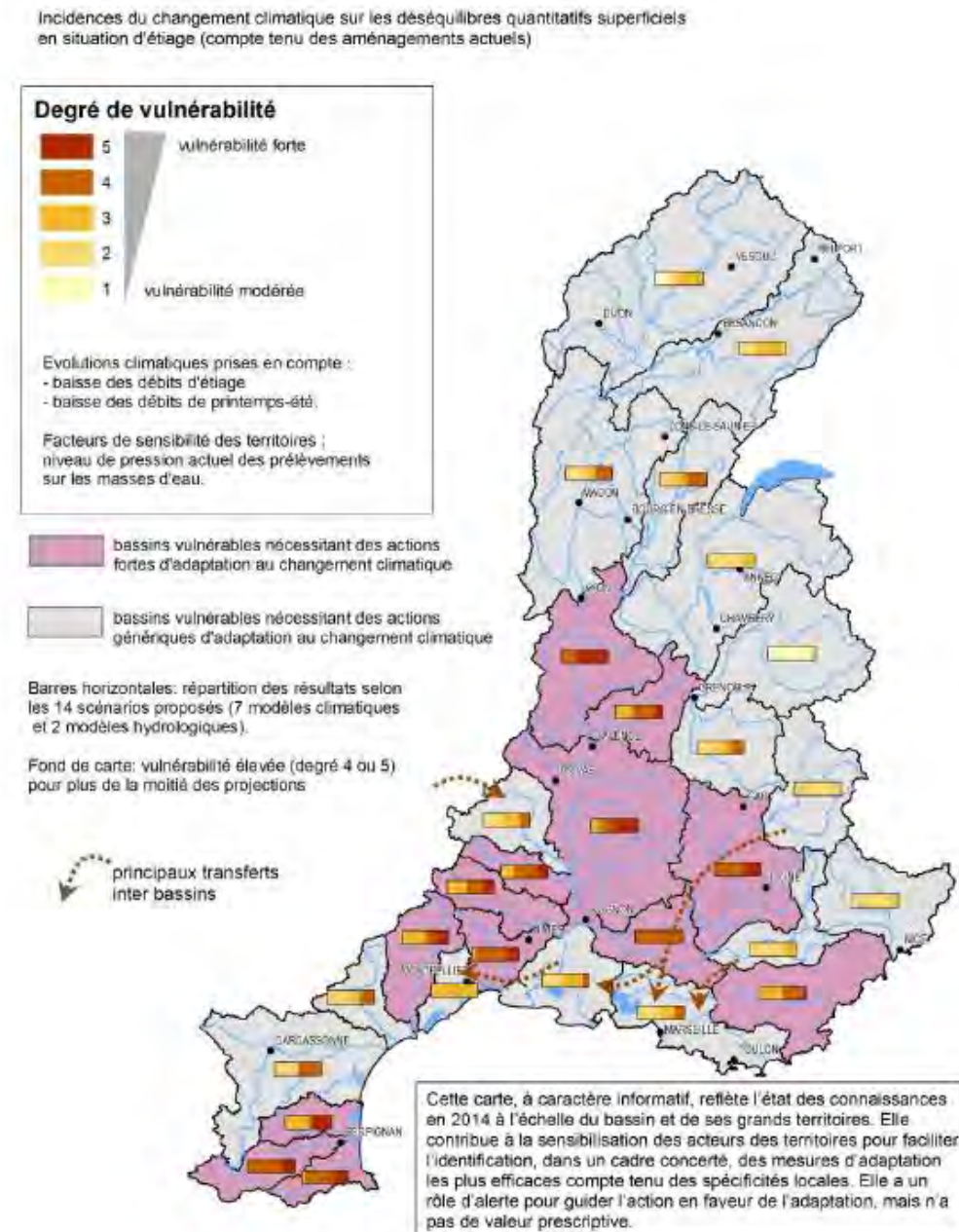
Malgré des incertitudes sur les phénomènes induits par le changement climatique (vents violents, cyclones, etc.), son existence ne peut être réfutée et de nombreux gouvernements **s'organisent** sur la nécessité **de mettre en place des plans d'action** politiques. **L'Union Européenne a développé un programme** visant à réduire ses émissions de gaz à effet de serre et à encourager l'adaptation des nations au réchauffement climatiques par l'élaboration de stratégies pour l'agriculture, l'urbanisme et la protection de l'environnement.

Engagée depuis 2012 dans un Plan Climat Energie Territorial (PCET), la Métropole a construit en 2016-2017 son volet "Adaptation au changement climatique". Ce plan s'appuie fortement sur le projet "Ville Perméable", **contribuant à l'axe 2 "lutte contre l'effet d'îlot de chaleur urbain"**.

A travers la modification de la pluviométrie et des températures, le changement climatique induit 3 impacts majeurs :

- **L'augmentation des fortes chaleurs** et donc la hausse de la fréquence des périodes de canicules ;
- La baisse de la ressource en eau : forte évaporation et fonte des glaciers ;
- La hausse probable du risque d'inondation par ruissellement **due à l'assèchement des sols et l'augmentation de la fréquence des pluies violentes**.

Dans le cadre du SDAGE 2016-2021 du Bassin Rhône-Méditerranée, les conséquences du changement climatique sur le territoire ont été établies. Il en résulterait un impact néfaste sur la biodiversité par augmentation des phénomènes d'eutrophisation et une réduction significative des ressources en eau.



Vulnérabilité au changement climatique pour l'enjeu disponibilité en eau (Source : SDAGE 2016-2021. Bassin Rhône-Méditerranée)

Pour aller plus loin ↓

- GIEC. « Cinquième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ». 2014

Disponible sur le site du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer :

www.developpement-durable.gouv.fr/Le-5e-rapport.html

- SDAGE 2016-2021. Bassin Rhône-Méditerranée
- "Adaptation au changement climatique : socle des connaissances locales" Grand Lyon 2015
- <http://blogs.grandlyon.com/plan-climat/presse/download-info/2015-adaptation-socle-des-connaissances/>
- ORECC <http://orecc.auvergnerrhonealpes.fr/>

2.2. Modification de la pluviométrie

Peu d'études permettent d'affirmer une augmentation des pluies intenses dans les années à venir. Des recherches sur le changement climatique à l'horizon 2021-2100 ont été menées par Météo France à la demande du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. L'étude montre une tendance à la hausse des précipitations moyennes hivernales, comprise entre 0,1 et 0,85 mm/j. En ce qui concerne les événements intenses, il est attendu une faible intensification de leur fréquence d'environ 5 % à l'horizon 2100.

Pour aller plus loin ↓

- Météo France. *Le Climat de la France au XXIe siècle, volume 4*. 2014

Les observations et les analyses faites par le GIEC montrent qu'il pourrait y avoir à l'avenir un effet saisonnier : une redistribution de la pluviométrie dans l'année avec des périodes sèches et des périodes pluvieuses. Néanmoins, cette tendance semble très disparate selon les zones géographiques.

Avec le programme CHRONOTHU, les tendances d'évolution de la pluviométrie ont été étudiées entre 1986 et 2013 sur Chassieu et Ecully. Sur 28 ans, aucune tendance n'a pu être montrée.

Il paraît donc difficile d'établir des conclusions confirmées sur l'évolution de la pluviométrie dans les années à venir sur l'agglomération lyonnaise. Les différentes parutions scientifiques semblent néanmoins s'accorder sur le fait que le changement climatique augmente la probabilité des pluies extrêmes, tandis des sécheresses estivales sont attendues.

Pour mieux comprendre :

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales sont dimensionnés pour des pluies de **période de retour donnée**. A titre d'exemple, une pluie de période de retour 20 ans (ou vingtennale) est un événement ayant 1 chance sur 20 de se produire chaque année. Ainsi, chaque région possède ses caractéristiques pluviométriques propres : une pluie vingtennale dans le Sud-Est de la France n'aura pas la même intensité qu'une pluie vingtennale en Bretagne.

En ce qui concerne le changement climatique, la réflexion actuelle porte plutôt sur la **fréquence que sur l'intensité des pluies** : une pluie vingtennale actuelle (2016) aurait potentiellement 1 chance sur 19 de tomber en 2100 (en comptant une intensification de la fréquence de 5 %, comme prévu par Météo France).

3. Les conséquences du changement climatique

3.1. Diminution de la ressource en eau

La principale conséquence de la modification de la pluviométrie porte sur le rechargement des nappes. En effet, celle-ci s'effectue de septembre à avril, les pluies estivales étant en majeure partie consommée par la végétation ou évaporée. Or, **l'augmentation des températures accentue l'évapotranspiration**, diminuant la recharge des nappes. De plus, **l'imperméabilisation** croissante des territoires favorisent les ruissellements mais empêchent la recharge de la nappe.

En mai 2017, seulement 46 % des nappes phréatiques françaises avaient bénéficié de la recharge hivernale attendue, selon le BRGM.

Par ailleurs, la multiplication des périodes de sécheresses à **l'augmentation des consommations en eau**, notamment agricoles et industrielles. **C'est pourquoi il devient impératif d'infiltrer les eaux pluviales.**

3.2. Augmentation du risque inondation

L'augmentation des événements extrêmes couplée à l'imperméabilisation du milieu urbain aggrave le risque inondation en ville.

3.3. Les îlots de chaleur urbains (ICU)

3.3.1. Généralités

Il s'agit d'une élévation ponctuelle de la température de l'air et des surfaces urbaines qui peut **atteindre jusqu'à 5 ou 6°C de plus** par rapport au milieu naturel pendant la nuit. Ce phénomène devient une problématique majeure du développement urbain par ses effets néfastes, tant écologiques que sanitaires, et par amplification des effets de canicule, amenés à se multiplier du fait du changement climatique.

En août 2003, une surmortalité de 80 % a été relevée à Lyon suite à la canicule, contre 60 % au niveau national.

A Lyon, l'effet d'ICU a été mesuré pendant l'été 2016 : la ville (quartier Part-Dieu) est en moyenne plus chaude de 1 à 3°C que la périphérie (aéroports de Bron et St Exupéry) pendant la nuit.

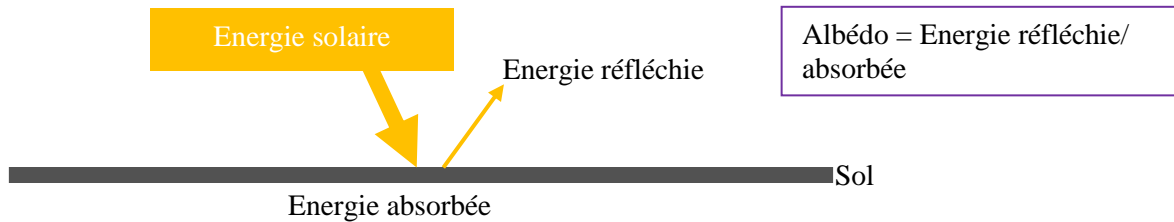
Les ICU sont causés par 3 phénomènes principaux :

- **Le manque de végétation diminuant les zones d'ombre et l'évapotranspiration ;**
- **L'utilisation de surfaces imperméables emmagasinant la chaleur** dans la journée et la dégageant la nuit ;
- **La géomorphologie de la ville : les espaces confinés créés par les bâtiments** participent à la rétention de la chaleur.

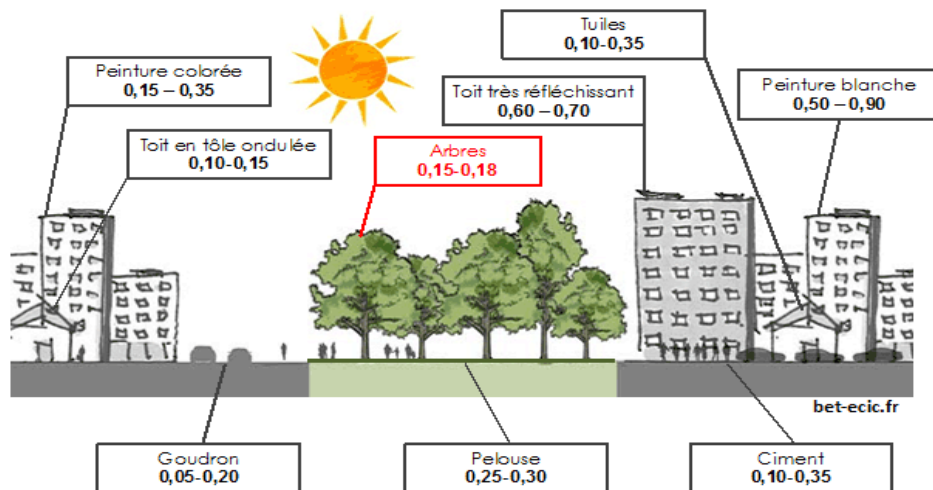


3.3.2. L'albédo : 1er facteur responsable des îlots de chaleur urbain

Il s'agit du pouvoir réfléchissant d'une surface. Plus sa valeur est faible, plus le matériau est apte à capter et stocker l'énergie lumineuse.

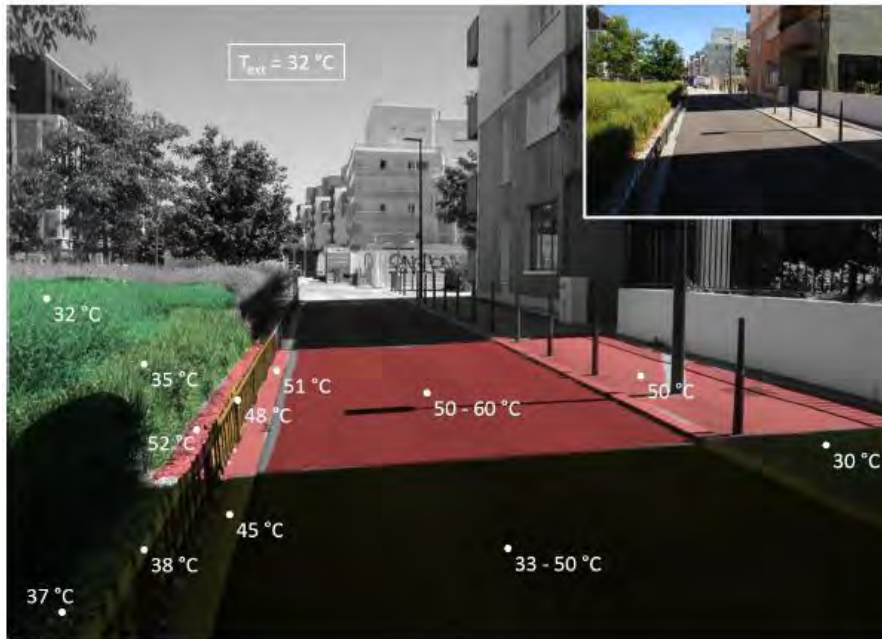


A titre d'exemple, voici des valeurs d'albédo rencontrés en milieu urbain :



Il est à noter que l'albédo ne prend pas en compte l'ombrage apporté par les arbres qui apporte un effet de fraîcheur.

En 2015, une étude menée sur le territoire de la Métropole de Lyon par Cyprien Jolivet ont mis en évidence les différences de températures selon le matériau de la surface.



Résultats des mesures de température sur l'allée du Bon Lait (crédit image : Cyprien Jolivet)

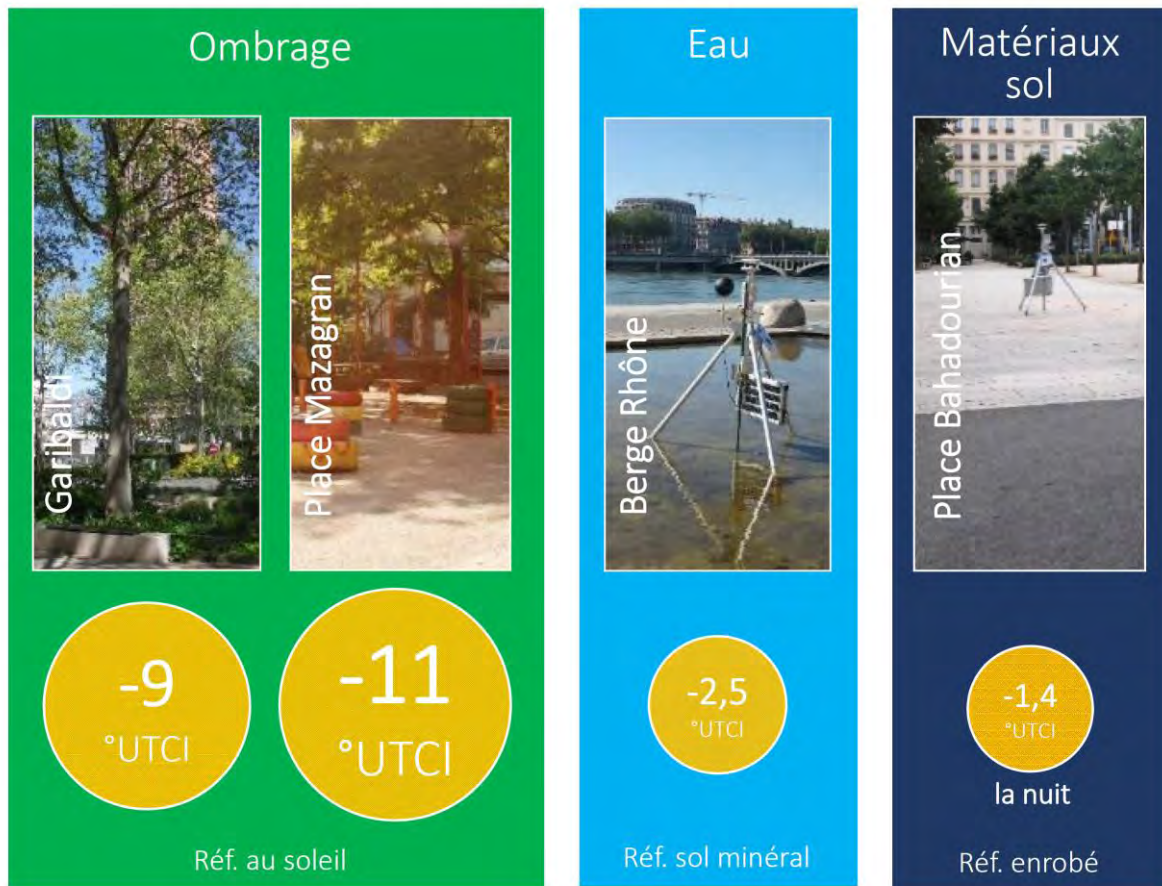
Cette opération a permis de montrer la capacité des surfaces minérales à emmagasiner de la chaleur, ainsi que le rôle notable de l'ombre en termes de rafraîchissement.

Afin de lutter contre les îlots de chaleur, choisir des revêtements clairs peut participer à l'augmentation de l'albédo et donc à la diminution de l'emmagasinement de chaleur.

En 2016, une étude d'Aurélien Macé a mis en évidence le pouvoir rafraichissant de certains éléments :

- En ce qui concerne la température de l'air, le végétal permet de gagner $1,5^{\circ}\text{C}$ sur la température de l'air. Les rives du Rhône sont quant à elles de 3 à $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ plus fraîches que le centre urbain ;
- En ce qui concerne le confort thermique, une surface en eau permet de gagner 2° ressenti (UTCI), l'arbre d'un ombre 10°UTCI .

Variations locales de confort thermique (UTCI)



Aurélien MACÉ / Métropole de Lyon – DDUCV – DPPA - SEDD / Octobre 2016

Extrait de l'étude d'Aurélien Macé (Grand Lyon, 2016)

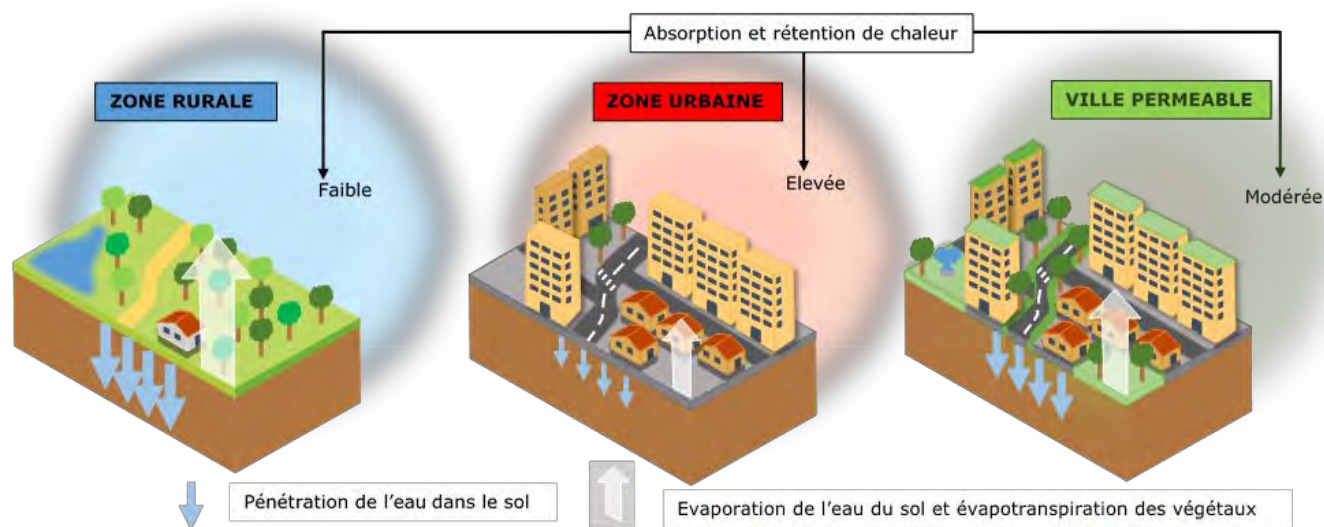
4. Comment la Ville Perméable s'adapte au changement climatique ?

4.1. Limiter les ruissellements

Le projet Ville Perméable encourage la désimperméabilisation du monde urbain. Le SDAGE Rhône-Méditerranée incite à compenser toute nouvelle imperméabilisation à hauteur de 150 % : ce n'est plus la transparence hydraulique qui est visée, mais l'amélioration de la situation existante quant à la manière de gérer les eaux pluviales. Cette démarche a pour objectif d'adapter la ville à la densification de la population et au changement du régime des pluies.

4.2. Favoriser le retour de la Nature en Ville

Au-delà de réduire les ruissellements et d'améliorer le cadre de vie, la Nature en Ville permet de lutter efficacement contre les îlots de chaleur en se rapprochant du cycle naturel de l'eau et en tirant profit des bienfaits des végétaux.



La ville Perméable, illustration SUEZ Consulting

4.2.1. Le rôle de l'arbre dans l'amélioration du confort thermique en ville

L'arbre apporte de nombreux bienfaits pour améliorer le confort thermique et lutter contre les îlots de chaleur :

- Il modifie localement la température de l'air par évapotranspiration (de l'ordre de 1°C) : l'arbre absorbe l'eau du sol par les racines et l'assimile pour son développement. Une partie de l'eau non utilisée est transférée à l'atmosphère par transpiration des feuilles : c'est l'évapotranspiration. Ce phénomène participe ainsi à la régulation thermique de l'environnement par rafraîchissement de l'air. Par ailleurs, les arbres améliorent la circulation de l'air ;
- L'arbre apporte un bénéfice par son ombrage (gain de température ressentie de 10°UTCI). La couverture arborescente bloque les rayons du soleil, apportant ainsi de la fraîcheur et réduisant également l'accumulation de chaleur sur la surface ombragée.

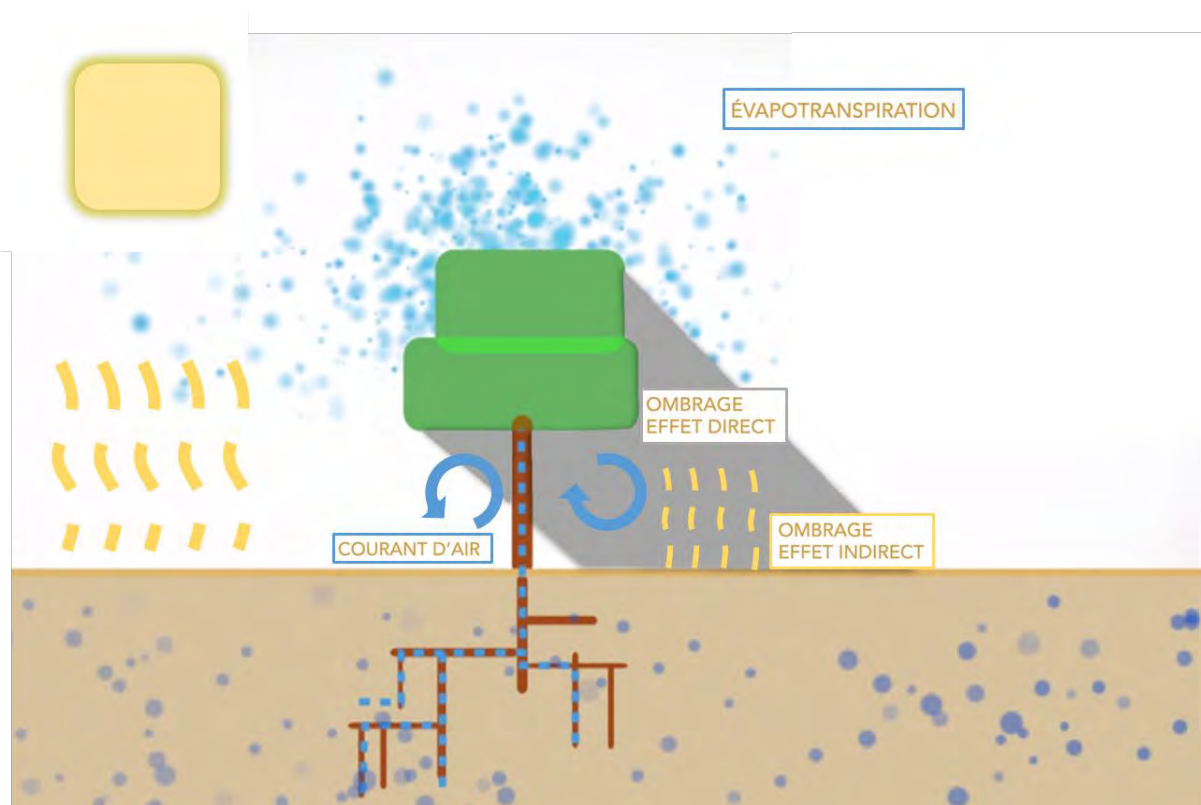
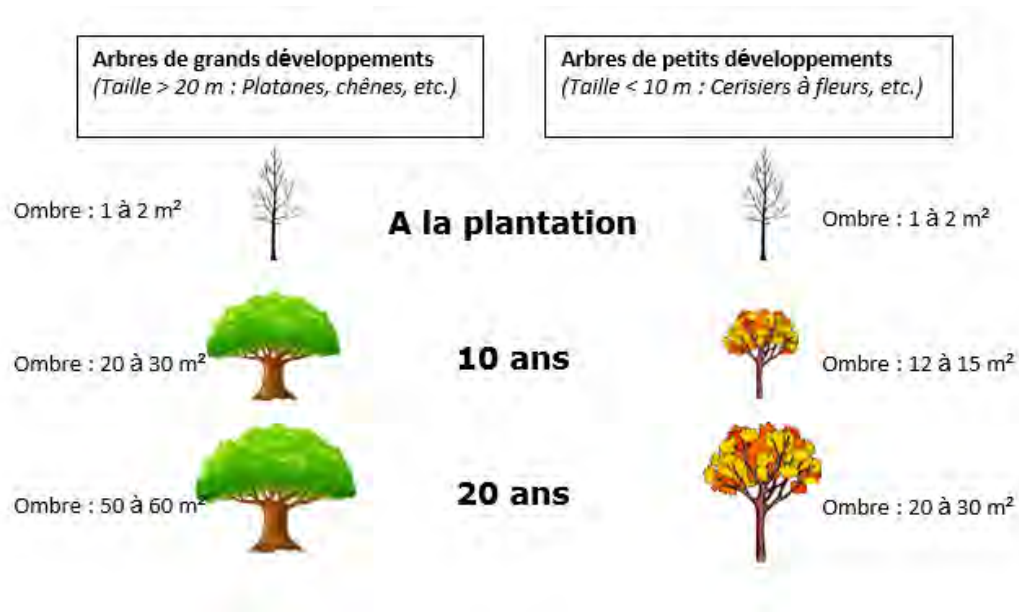


Illustration extraite de la vidéo du CEREMA

Par ailleurs, lorsqu'un arbre est naturellement alimenté par les eaux pluviales, il est de ce fait en meilleure santé : ces feuilles tomberont moins et son couvert arborescent sera plus imposant, améliorant ainsi les bénéfices pour le confort thermique.



L'efficacité des arbres pour lutter contre les îlots de chaleur est d'autant plus importante que le couvert arborescent est grand.

Pour aller plus loin ↓

- Vidéo du CEREMA : La Nature en Ville comme élément de confort climatique, 2016

4.2.2. L'infiltration et la recharge des nappes

Selon Bernard Chocat, professeur à l'INSA, il pleut en moyenne en un an sur la Métropole 8 fois le volume d'eau consommé par les 1,3 millions d'habitants.

En infiltrant mieux sur le territoire, il ne devrait pas y avoir de baisse de niveau de nos nappes. Par ailleurs, infiltrer permet d'abattre une bonne partie de la pollution contenue dans les eaux pluviales, s'assurant d'une recharge sans contamination. Ainsi, les eaux pluviales sont une ressource précieuse.

Conclusion

Longtemps considéré comme une lubie, le changement climatique est aujourd'hui un phénomène avéré, reconnu par la communauté scientifique. Sur le plan politique, le sujet fait l'objet d'une préoccupation particulière, tant pour son aspect environnemental que social. Pour lutter contre le risque inondation et améliorer le cadre de vie en ville, la **Métropole s'est engagée dans une démarche visant à désimperméabiliser la ville**. Cette action passe notamment par la reconquête du végétal.

Les bénéfices apportés par les végétaux sont multiples : infiltration, évapotranspiration, **rafraîchissement de la température de l'air, amélioration du confort thermique et de l'aspect paysager**. Avec la démarche zéro phyto lancée depuis janvier 2017, les plantes retrouvent leur place en milieu urbain. Se pose alors la question de leur gestion : par la commune, la Métropole, quels services, quelles opérations, à quelle fréquence ? Toutes ces interrogations devront trouver une réponse pour assurer la pérennité de la ville de demain. **Plusieurs pistes sont déjà à l'essai, comme la mutualisation des services et la co-construction d'une nouvelle organisation** de gestion.

